

Sonderdruck aus
„BIOLOGISCHES ZENTRALBLATT“

Band 82 (1963), Heft 1

Herausgabe und Redaktion: H. Autrum, R. Harder, A. Kühn, H. Stubbe

VEB GEORG THIEME, LEIPZIG

Das unterschiedliche Reifen und Altern der Samenanlagen
in den verschiedenen Abschnitten des Fruchtknotens
der *Oenothera Berteriana*

Von NORBERT LANDSPERSKY

1961
Erlangen.
↙



Digitized by the Internet Archive
in 2026

DAS UNTERSCHIEDLICHE REIFEN UND ALTERN
DER SAMENANLAGEN
IN DEN VERSCHIEDENEN ABSCHNITTEN
DES FRUCHTKNOTENS
DER OENOTHERA BERTERIANA

INAUGURALDISSERTATION
DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT
DER FRIEDRICH-ALEXANDER-UNIVERSITÄT
ERLANGEN-NÜRNBERG
ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES

VORGELEGT VON
NORBERT LANDSPERSKY
AUS BUDWEIS

VEB GEORG THIEME . LEIPZIG

1963



Als Dissertation genehmigt
von der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg

Tag der mündlichen Prüfung: 19. 7. 1961

Dekan: Universitätsprofessor Dr. G. Hesse

Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. J. Schwemmle

Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. E. Haustein

Sonderdruck aus:

Zeitschrift Biologisches Zentralblatt, Heft 1/63

LEBENS LAUF

Ich wurde am 31. August 1935 in Budweis / Böhmen als Sohn des technischen Sekretärs Carl Landspersky und dessen Ehefrau Maria geboren. Dort besuchte ich auch von 1941 bis 1945 die Volksschule. Am 1. September 1946 trat ich in die Oberrealschule mit Gymnasium Neumarkt / Opf. ein; im Jahre 1954 legte ich an dieser Anstalt die Reifeprüfung nach dem Lehrplan der Oberrealschule ab. Vom Wintersemester 1954/55 bis zum Wintersemester 1959/60 war ich für das Studium der Naturwissenschaften mit den Fächern Biologie, Chemie, Erdkunde an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen eingeschrieben. Im Mai 1958 erhielt ich von Herrn Professor Dr. J. Schwemmle eine wissenschaftliche Arbeit über „Das unterschiedliche Reifen und Altern der Samenanlagen in den verschiedenen Abschnitten des Fruchtknotens der *Oenothera Berteriana*“. Nach Abschluß des Studiums legte ich im Herbst 1959 die Wissenschaftliche Prüfung für das Lehramt an Höheren Schulen in Bayern ab.

NORBERT LANDSPERSKY

Das unterschiedliche Reifen und Altern der Samenanlagen in den verschiedenen Abschnitten des Fruchtknotens

der *Oenothera Berteriana*

VON NORBERT LANDSPERSKY

Mit 8 Abbildungen

I. Einleitung

In früheren Untersuchungen konnte SCHWEMMLE feststellen, daß bei der *Oenothera Berteriana*, einer Komplexheterozygoten mit den Komplexen B und I, merkliche Unterschiede im Samenanatz der verschiedenen Kapseldrittel auftraten, je nachdem in welchem Reife- bzw. Alterszustand sich die Samenanlagen bei der Bestäubung befunden hatten. Als Beispiel für eine Frühbestäubung diene eine Kapsel aus seinen Kreuzungen $B \cdot I \times \text{Typ A (v)}$. Bei letzterem handelt es sich um eine trisome Mutante der *Oe. odorata* ($v \cdot I$), die in ihrem Pollen nur den v-Komplex vererbt. Im unteren Drittel dieser Kapsel wurden 19,4% große Samen gezählt, im mittleren Drittel 13,5% und im oberen Drittel nur 9,9%. SCHWEMMLE folgerte daraus, daß die Samenanlagen des unteren Drittels denen des mittleren oder gar oberen Drittels im Reifen vorausgeeilt waren. Bei Spätbestäubung, die Kreuzungen $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ seien hier angeführt, zeigte das obere Drittel des Fruchtknotens den besten Samenanatz. Die Samenanlagen im unteren Drittel waren zum Zeitpunkt der Bestäubung schon etwas gealtert, während sich die im oberen Drittel in voller Reife befanden.

Es war nun das Ziel der vorliegenden Arbeit, diesen Reifungs- und Altersprozeß der Samenanlagen im Fruchtknoten der *Oe. Berteriana* noch genauer zu erfassen. Gleichzeitig sollte auch festgestellt werden, ob sich die B- und I-Samenanlagen dabei verschieden verhalten.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. J. SCHWEMMLE, für die Überlassung des Themas und die stetige Aufmerksamkeit, die er der Arbeit widmete, zu danken. Ebenso bin ich ihm für die Bereitstellung des Materials verpflichtet. FrL. LAUX sei für die einführende Hilfe bei der Identifizierung der Aufzuchten gedankt und nicht zuletzt der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die die nötigen Mittel bewilligte.

II. Material und Methode

Bei sämtlichen Kreuzungen wurde als Mutterpflanze die *Oenothera Berteriana* ($B \cdot I$), eine Oenothere des Subgenus *Raimannia*, verwendet. Diese ist eine isogame Komplexheterozygote im Sinne RENNERS. Durch Eizellen und Pollenkörner werden die Komplexe B und I vererbt. Einkreuzt wurden folgende Homozygoten: *Oe. scabra* ($hsc \cdot hsc$), *Oe. argentinea* ($ha \cdot ha$) und $I \cdot I$, eine mit *Berteriana*-Plastiden lebensfähige

Homozygote mit dem I-Komplex der *Oe. odorata* (v · I). Die 135 B · I × hsc · hsc-Kreuzungen wurden 1958 gemacht. 45 Knospen wurden jeweils gleichzeitig kastriert und dabei, soweit dies möglich war, nur solche von Haupttrieben verwendet. Von diesen wurden nun 5 unmittelbar nach dem Kastrieren bestäubt, also nach 0 Stunden, weitere 5 nach 15 Stunden und so fort. Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Zeitpunkt der Kastration und der Bestäubung bei den B · I × hsc · hsc-Kreuzungen:

Tabelle 1

Kreuzung	Kastriert	Bestäubt	nach . . . Std	Anzahl
B · I × hsc · hsc (Serie I)	23.7.58 17h 45 Knospen	23.7. 17h	0	5
		24.7. 8h	15	5
		24.7. 17h	24	5
		25.7. 8h	39	5
		25.7. 17h	48	5
		26.7. 8h	63	5
		26.7. 17h	72	5
		27.7. 8h	87	5
		27.7. 17h	96	5 Sa: 45
B · I × hsc · hsc (Serie II)	26.7.58 8h 45 Knospen	26.7. 8h	0	5
		⋮	⋮	⋮
		30.7. 8h	96	5 Sa: 45
B · I × hsc · hsc (Serie III)	27.7.58 8h 45 Knospen	27.7. 8h	0	5
		⋮	⋮	⋮
		31.7. 8h	96	5 Sa: 45

Sie zeigt, daß die Kreuzungen der Serie I etwas früher durchgeführt wurden als diejenigen der beiden anderen Serien, die nur einen Tag auseinander lagen und beinahe gleichzeitig liefen. Besonders II und III eignen sich deshalb gut für einen Vergleich, während man Serie I gesondert betrachten sollte.

Im darauffolgenden Jahr 1959 wurde mit dem Pollen der *Oe. argentinea* (ha · ha) und der I · I bestäubt. In beiden Fällen wurden wiederum je 135 Kreuzungen unmittelbar aufeinanderfolgend hergestellt. Daß dies in ganz analoger Weise geschah, kann man aus Tabelle 2 entnehmen.

Die Narben wurden reichlich mit Pollen bestäubt. Schlechter Samenanatz kann also nicht durch zu wenig Pollen bedingt sein. Die Zahl der Samenanlagen schwankt bei der *Oe. Berteriana* zwischen 863 und 603, doch sind davon 30 bis 40% steril. Wenn man nun bedenkt, daß schon bei der Bestäubung eines halben Narbenschenkels etwa 700 Pollenkörner vorhanden sind, so ist bei Bestäubung aller 4 Narbenschengel Pollen im Überschuß auf die Narbe gelangt.

Da die Kapseln gedrittelt ausgewertet werden mußten, wurden sie kurz vor dem Aufspringen abgenommen und mit einem Gummifaden umwickelt, der sich der austrocknenden und dabei immer dünner werdenden Kapsel eng anlegt und ein Aufspringen verhindert. Die Drittelung selbst erfolgte von oben her, so daß für die Aus-

Tabelle 2

Kreuzung	Kastriert	Bestäubt	nach ... Std.	Anzahl
B · I × I · I (Serie I)	21.7.59 8 h 45 Knospen	21.7. 8 h	0	5
		⋮	⋮	⋮
		25.7. 8 h	96	5 Sa: 45
B · I × I · I (Serie II)	22.7.59 8 h 45 Knospen	22.7. 8 h	0	5
		⋮	⋮	⋮
		26.7. 8 h	96	5 Sa: 45
B · I × I · I (Serie III)	23.7.59 8 h 45 Knospen	23.7. 8 h	0	5
		⋮	⋮	⋮
		27.7. 8 h	96	5 Sa: 45
B · I × ha · ha (Serie I)	26.7.59 8 h 45 Knospen	26.7. 8 h	0	5
		⋮	⋮	⋮
		30.7. 8 h	96	5 Sa: 45
B · I × ha · ha (Serie II)	27.7.59 8 h 45 Knospen	27.7. 8 h	0	5
		⋮	⋮	⋮
		31. 7. 8 h	96	5 Sa: 45
B · I × ha · ha (Serie III)	28.7.59 8 h 45 Knospen	28.7. 8 h	0	5
		⋮	⋮	⋮
		1.8. 8 h	96	5 Sa: 45

zählung zunächst das obere Drittel entleert werden mußte. Dabei wurde (vgl. SCHÜTZ 1938, SCHWEMMLE 1938) der Anteil an

- a) großen, prallen Samen, mit vollständig entwickeltem Embryo (abgekürzt: gr. Sa.),
- b) großen, aber geschrumpften Samen mit kopfförmigem Embryo,
- c) grobem Pulver, das sind die Samenanlagen, in die zwar ein Pollenschlauch eingewachsen ist, die sich aber nicht weiterentwickelt haben, und
- d) feinem Pulver ermittelt. Zu letzterem werden die sterilen und unbefruchtet gebliebenen Samenanlagen.

Die Anteile an großen Samen wurden auf die Gesamtsumme dieser 4 Gruppen in jedem Drittel bezogen. Darauf wurden durch Addition der Werte für die einzelnen Drittel die entsprechenden Anteile für die ganzen Kapseln ermittelt. Die Prozentsätze an geschrumpften Samen und grobem Pulver waren so gering, daß sie vernachlässigt werden können. Daß die Drittelung nicht immer ganz genau gelang, zeigt Tabelle 3, für die willkürlich einige Kapseln herausgegriffen wurden.

Der dadurch entstehende Fehler wird aber wieder ausgeglichen, da jeweils auf den Inhalt des entsprechenden Drittels = 100% bezogen wurde.

Tabelle 3

	Anzahl der Samenanlagen				
	1. Ka	2. Ka	3. Ka	4. Ka	5. Ka
Oberes Drittel	272	228	256	258	214
Mittleres Drittel	284	282	305	297	268
Unteres Drittel	256	275	305	241	235

III. Die Kreuzungen

Wenn nachfolgend eine genaue Besprechung der Kreuzungen $B \cdot 1 \times hsc \cdot hsc$ durchgeführt wird, so geschieht dies einmal, um zu zeigen, daß es mehrere Möglichkeiten der graphischen Darstellung gibt, die sich alle in ihrer Aussage gleich verhalten. Ferner soll dargelegt werden, daß Kreuzungsreihen unter verschiedenen Witterungsbedingungen zu keinem anderen Ergebnis führen, wenn man von einer unterschiedlichen Geschwindigkeit beim Durchlaufen der Reifungs- und Alterungsprozesse absieht. Diese prägt sich schon äußerlich im Zeitpunkt der Anthese und im Zustand der Blüten aus.

1. $B \cdot 1 \times hsc \cdot hsc$

a) Serie I: In Abb. 1 wurden die jeweils zusammengehörenden 5 Kapseln gesondert eingetragen, und zwar nach fallenden Werten des Anteils an großen Samen der ganzen Kapsel. Darunter sind die Prozentsätze an großen Samen in den zugehörigen Dritteln eingetragen.

Bei Bestäubung unmittelbar nach dem Kastrieren (0 Std.) waren die Narbenschkel noch fest geschlossen. Die Petalen, bei normal entfaltenen Blüten leuchtend gelb gefärbt, waren kleiner und von blasser, durchscheinender Farbe. Das sind alles Hinweise dafür, daß die Blüten in diesem Zustand noch unreif waren. Trotzdem war der Samenansatz recht gut. Besonders auffällig sind bereits in diesem Stadium die hohen Werte im oberen Drittel, während die Samenansätze des mittleren und unteren Drittels in jedem Falle darunter liegen. Letzteres hat dabei immer den niedrigsten Samenansatz. Diese Tatsache, die mit einer einzigen Ausnahme während der ganzen Serie zu verfolgen ist, soll uns noch später beschäftigen. Verwunderlich ist der geringe Samenansatz im unteren Kapseldrittel. Man kann auf einem so frühen Stadium noch nicht von einem Altern der Samenanlagen ganz unten im Fruchtknoten sprechen, zumal die entsprechenden Werte in den folgenden Kreuzungsschritten ansteigen.

Bei den 5 Kapseln, die aus der Bestäubung nach 15 Stunden hervorgingen, treffen wir, was den Samenansatz anbelangt, im wesentlichen die gleichen Verhältnisse an. Selbst nach 15 Stunden machten die Blüten den Eindruck, als ob sie noch nicht voll ausgereift wären. Die Narbenschkel begannen sich zwar eben zu spreizen, doch ließ die Entfaltung der Petalen noch etwas zu wünschen übrig. Der Zeitpunkt der Kastration, das soll hier kurz erwähnt werden, richtet sich immer nach dem Aufbrechen

der Antheren im Innern der Knospe; es muß immer kurz vorher kastriert werden, da sonst die Gefahr einer teilweisen Selbstung besteht. Doch darf man nicht zu früh kastrieren, da die Knospen sonst in ihrer Weiterentwicklung gestört wären.

Nach 24 Stunden ist nun, entsprechend dem etwa gleich guten Gesamtsamenansatz (siehe auch bei 39 Stunden), der Prozentsatz an großen Samen im unteren Drittel bei allen 5 Kapseln fast gleich hoch (um 44%). Es ist nichts mehr von einem Absinken der Samenansatzkurve zu bemerken, wie dies in den beiden vorhergehenden Kreuzungsschritten deutlich der Fall war. Das mittlere und obere Drittel zeigt keine auffälligen Besonderheiten, wenn man bei letzterem von dem hohen Samenansatz der Kapsel 5 absieht. (Der Wert von 84,8% wurde später auch nicht mehr erreicht.) Die übrigen

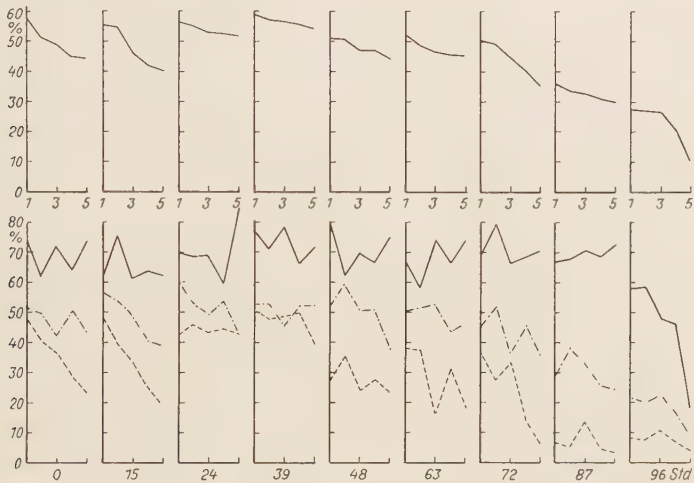


Abb. 1. B · I × hsc . hsc (Serie I). Obere Kurve: der Samenansatz der ganzen Kapseln jeweils nach fallenden Werten. Untere Kurven: % große Samen im zugehörigen oberen ———, mittleren - - - - - und unteren Drittel - - - - -

hohen Werte für das obere Drittel liegen alle knapp unter 80%. Ein entsprechender Maximalwert aus den Kreuzungen SCHWEMMLES liegt bei 81,2%.

Nach 39 Stunden waren die kastrierten, eingebeutelten Blüten voll entfaltet und unterschieden sich nur im Fehlen der Antheren von normal aufgeblühten.

Betrachtet man die Samenansatzkurve für die ganze Kapsel, so zeichnet sich hier ein Maximum ab. Der Samenansatz des mittleren und unteren Drittels ist hier fast gleich; bei einer Kapsel liegt der des unteren Drittels sogar über dem des mittleren.

Im weiteren Verlauf, nach 48 Stunden, aber nimmt das chemotropische Anziehungsvermögen der Samenanlagen im unteren Drittel merklich ab, während im mittleren und oberen Drittel keine auffällige Zu- oder Abnahme zu verzeichnen ist. Das gleiche gilt auch für die Kreuzungen, die nach 63 Stunden durchgeführt wurden. In beiden Fällen, wie auch nach 72 Stunden, war an den Blüten äußerlich keine Veränderung wahrnehmbar. Nach 72 Stunden ist die Kurve für das untere Drittel noch etwas

stärker abgefallen. Erst jetzt macht sich auch bei den mittleren Samenanlagen ein Altern bemerkbar; der Samenansatz sinkt ab.

Nach 87 Stunden hat das untere Drittel seine niedrigsten Werte erreicht, die es auch weiterhin beibehält. Die Werte für das mittlere Drittel fallen stetig ab, während sie für das obere Drittel unverändert hoch liegen und erst nach 96 Stunden einen steilen Abfall zeigen. Jetzt begannen die Blüten zum großen Teil schon zu welken. Die Petalen waren rötlich gefärbt, die Narben allerdings noch voll turgeszent.

b) Serie II: Im folgenden Abschnitt sollen nur Abweichungen im Vergleich zu Serie I festgestellt und erörtert werden. Bei einer Bestäubung nach 0 Stunden liegt der Samenansatz des mittleren Drittels im Vergleich zu I etwas höher, in zwei Fällen sogar etwas über dem des oberen. Der Samenansatz des unteren Drittels nimmt nicht so stark ab, wie bei Serie I. Man sieht daraus, daß dieser Abnahme keine besondere Bedeutung beigemessen werden kann, da sie nicht regelmäßig auftritt. Das Maximum des Samenansatzes in bezug auf die ganze Kapsel liegt jetzt weniger stark ausgeprägt bei der Bestäubung nach 24 Stunden, nicht erst nach 39 Stunden wie bei Serie I. Ähnlich hohe Werte wurden diesmal schon bei Bestäubung nach 0 Stunden erreicht. Der Samenansatz für das untere Drittel sinkt dann bei 15 Stunden allerdings etwas ab, um bei 24 Stunden wieder anzusteigen. Die Samenansatzkurve für das mittlere Drittel sinkt infolge Alterns der Samenanlagen schon bei 39 Stunden, die für das obere besonders stark nach 87 Stunden ab, wobei diese bereits vorher einen allmählichen Abfall zeigte, in beiden Fällen im Vergleich zu I etwa 15 Stunden früher. Auch am äußeren Zustand der Blüten fiel auf, daß das im vorhergehenden Abschnitt geschilderte Geschehen beschleunigt ablief. Daß nicht alle Blüten zum gleichen Zeitpunkt verblühten – zwei waren schon nach 72 Stunden welk und rötlich gefärbt, während die übrigen erst nach 87 Stunden so aussahen – weist darauf hin, daß es nicht gelingt, alle Blüten genau auf dem gleichen Reifestadium zu kastrieren. Dies ist eine Tatsache, die man nicht vernachlässigen darf und die die gesamten Untersuchungen ungemein erschwert.

Zwei Kapseln aus der Bestäubung nach 87 Stunden weisen besonders eigenartige Werte auf. Bei ihnen liegt der Samenansatz für das obere Drittel unter dem des mittleren und unteren. Das gleiche wurde dann auch bei einer Kapsel der später besprochenen Serie III beobachtet, die aus den Bestäubungen nach 96 Stunden hervorgegangen ist. Die Erklärung dafür kann nur eine eingehende histologische Untersuchung liefern, die eine nähere Aussage über Zahl und Weg der herunterwachsenden Pollenschläuche macht.

Nach 96 Stunden – die Narbenschkel mußten zum Teil für die Bestäubung aus den verwelkten Petalen gewickelt werden – liegen die Kurven der Kapseldrittel nun wieder normal übereinander, ohne sich zu überschneiden.

c) Serie III: Grundsätzlich treffen wir auch hier wieder die gleichen Verhältnisse an. Ein merkliches endgültiges Absinken des Samenansatzes im unteren Drittel ist bereits nach 39 Stunden festzustellen, im mittleren Drittel aber erst bei 63 Stunden, im oberen Drittel gar erst nach 72 Stunden. Im Vergleich zu Serie I ist wiederum ein beschleunigtes Durchlaufen des Alterungsprozesses zu beobachten. Daß in den Kreuzungen nach 87 und 96 Stunden einige Kapseln mit besseren Samenansätzen im oberen Drittel herausfallen, ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, daß nicht alle Blüten

genau im gleichen Reifezustand kastriert werden können. Vollkommen weicht allerdings die 1. Kapsel aus den Bestäubungen nach 96 Stunden ab, deren Werte für alle Drittel beinahe gleich sind und unverhältnismäßig hoch liegen (um 40%). Doch ist diese einzige Ausnahme unter den vielen Kreuzungen nicht weiter von Bedeutung.

In Abb. 2 soll der Fehler vermieden werden, der daraus erwächst, daß nicht alle Blüten auf dem gleichen Reifezustand kastriert werden können. Wie aus Abb. 1 hervorgeht, ist der Samenansatz bei denjenigen Kapseln am größten, die auf die Bestäubungen 39 bzw. 24 Stunden nach der Kastration zurückgehen. Sie wurden gewissermaßen als Fixpunkt genommen und die zeitlich vorhergehenden und folgenden, unabhängig vom Bestäubungszeitpunkt, nach fallenden Werten des Prozentsatzes an

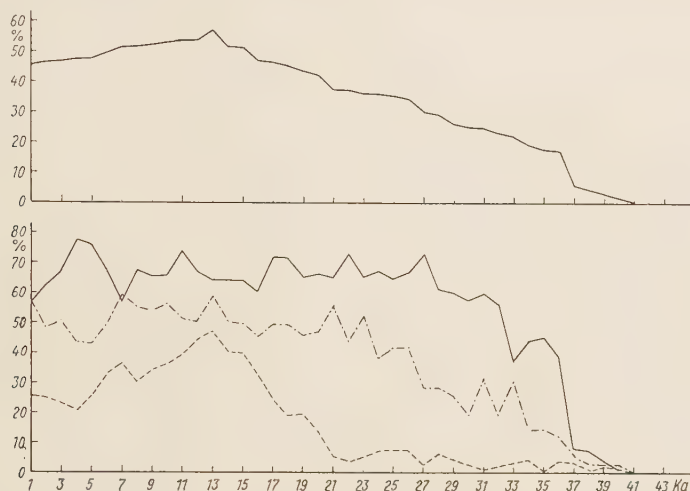


Abb. 2. $B \cdot 1 \times hsc \cdot hsc$ (Serie III). Näheres siehe Text. Obere Kurve: Samenansatz der ganzen Kapsel. Untere Kurven: % große Samen im zugehörigen oberen ———, mittleren - - - - - und unteren Drittel - - - - -

großen Samen angeordnet. Darunter wurden die Samenansätze der zugehörigen Kapseldrittel eingetragen. So erhält man eine kontinuierliche Kurve. Diese Art der Darstellung wurde nur für Serie III verwendet.

Das Reifen der Samenanlagen im mittleren und oberen Drittel, das sich ja in einem Ansteigen des Samenansatzes ausdrücken müßte, kann man auch bei dieser Art der Darstellung nicht ablesen. Nach den Untersuchungen SCHWEMMLES reifen die Samenanlagen des oberen Fruchtknotendrittels am spätesten. Zumindest hier müßte man einen Anstieg des Samenansatzes beobachten können. Doch schon die ersten Kapseln weisen im oberen Drittel einen sehr hohen Prozentsatz großer Samen auf, der dann, von einer gewissen Schwankungsbreite abgesehen, bis Kapsel 27 beibehalten wird. Die Konzentration der Gamone, die von den nicht vollkommen reifen Samenanlagen des oberen Fruchtknotendrittels abgeschieden wurde, reichte offenbar schon aus, um die äußerst reaktionsfähigen hsc-Pollenschläuche anzuziehen. Wollte man den Bereich, in dem die Samenansatzkurve für das obere Fruchtknotendrittel steigt, mit-

erfassen, müßte man die Knospen noch früher kastrieren. Dann würden sie aber durch diesen Eingriff geschädigt und in ihrer weiteren Entwicklung gestört sein. Besonders eigenartig ist einmal, daß die Kurve für das untere Drittel fast ganz unter der für das obere liegt, zum anderen, daß die Kurve für das untere Drittel nicht erwartungsgemäß mit hohen Werten beginnt. Hier reifen ja (vgl. SCHWEMMLE) die Samenanlagen zuerst, und der Samenansatz bei Kapseln aus späteren Bestäubungen dürfte im unteren Drittel noch viel weniger ansteigen, wenn das schon im oberen Drittel nicht der Fall war. Daß der Anstieg bis zur Kapsel 13 nicht unbedingt auf ein Reifen der Samenanlagen im unteren Drittel zurückzuführen ist, werden die noch zu besprechenden $B \cdot I \times ha \cdot ha$ -Kreuzungen zeigen. Allerdings lassen SCHWEMMLES $B \cdot I \times Typ A (v)$ -Kreuzungen (SCHWEMMLE 1957) erkennen, daß die Samenanlagen im unteren Fruchtknotendrittel zuerst reifen. Er ging dabei nach einer anderen Methode vor und ordnete Kapseln aus Frühbestäubungen nach steigendem Samenansatz an. Die ersten, schlechter ansetzenden Kapseln waren aus Blüten hervorgegangen, deren Samenanlagen sich bei der Bestäubung noch nicht in optimaler Reife befunden hatten. Bei ihnen war der Anteil der großen Samen im unteren Drittel am größten. Für das obere Drittel lagen hier die Werte tiefer, während sie bei den letzten, besser ansetzenden Kapseln dieser Gruppe dann über die des mittleren oder gar unteren Drittels hinausgingen. Die Konzentration der von den Samenanlagen abgegebenen chemotropisch wirksamen Stoffe muß demnach viel stärker sein, damit die v -Pollenschläuche angezogen werden können. Das ist nur bei vollkommen reifen Samenanlagen, zunächst bei denen im unteren Drittel, der Fall. Die Gamonkonzentration reichte bei den Samenanlagen im oberen Drittel erst bei den letzten Kapseln aus, um v -Schläuche in größerer Zahl anzuziehen.

Wie aber ist das Ansteigen des Samenansatzes im unteren Drittel bei unseren Untersuchungen (vgl. Abb. 2) dann zu verstehen? Man könnte annehmen, daß auf der unreifen Narbe der unmittelbar und 15 Stunden nach Kastration bestäubten Blüten weniger Pollenkörner auskeimen als bei solchen Blüten, deren Narbenschkel sich bereits gespreizt haben und Sekret absondern. Die hsc -Pollenschläuche wachsen nun durch den Griffel herunter, befruchten schon die Samenanlagen im oberen und mittleren Drittel in großer Zahl, so daß für die Samenanlagen im unteren Drittel nicht mehr genügend übrig bleiben. Es könnten an sich viel mehr Samenanlagen befruchtet werden. Erst später, bei den Bestäubungen nach 24 Stunden, erreicht eine größere Zahl von Pollenschläuchen den Fruchtknoten, so daß der Samenansatz im unteren Fruchtknotendrittel ansteigt. 24 Stunden nach Kastration erfolgte auch die Anthese; zu diesem Zeitpunkt waren die Narbenschkel gespreizt und klebrig. Die Tatsache des früheren Reifens der Samenanlagen im unteren Fruchtknotendrittel kann man somit nur an solchen Kreuzungen ablesen, bei welchen auch im unteren Fruchtknotendrittel noch eine ausreichende Anzahl befruchtungsfähiger Pollenschläuche zur Verfügung steht. Durch anatomische Untersuchungen ließe sich die Richtigkeit der Erklärung prüfen. Klar erkennbar ist das frühe Altern der Samenanlagen im unteren Drittel, das etwa schon ab Kapsel 13 in einer Abnahme des Prozentsatzes großer Samen zum Ausdruck kommt. Der stetig fallende Prozentsatz großer Samen ab Kapsel 23 im mittleren und ab Kapsel 27 im oberen Drittel zeigen, daß die Samenanlagen dort später altern.

In den Abbildungen 3 und 4 wurden für zwei Serien die Durchschnittswerte der zu jeder Kreuzungsgruppe gehörenden 5 Kapseln eingetragen. Diese Darstellung hat den Vorteil, den Alterungsvorgang als Funktion der Zeit übersichtlich vor Augen zu führen, wenn sie auch die Gefahr in sich birgt, daß durch einen einzigen abweichenden Wert der gesamte Kurvenverlauf verfälscht werden kann. Dies ist in Serie III (Abb. 4) bei den Bestäubungen nach 96 Stunden beispielsweise der Fall. Eine Kapsel zeigte hier sehr hohen und vollkommen abweichenden Samenansatz, der sich bei dieser Art der Darstellung in einem verhältnismäßig starken Anstieg von 87 auf 96 Stunden in

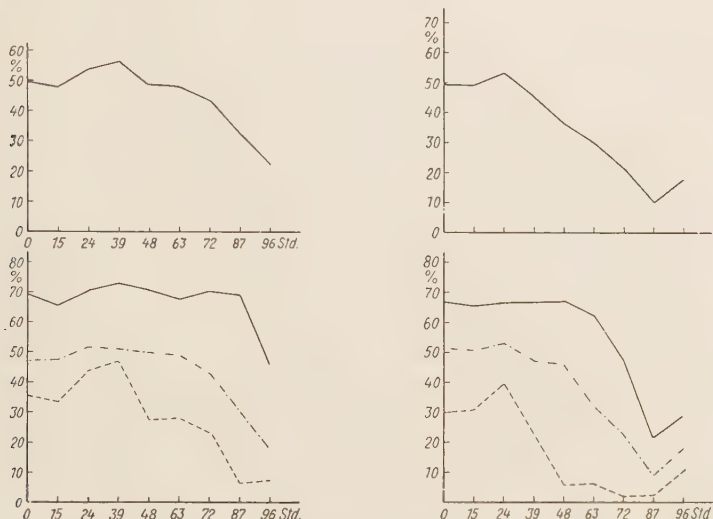


Abb. 3 (links). $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ (Serie I). Obere Kurve: Samenansatz der ganzen Kapsel. Untere Kurven: % große Samen im oberen ———, mittleren - - - - - und unteren Drittel - - - - -. Jeder Kurvenpunkt ist der Durchschnittswert 5 zeitlich zusammengehörender Kapseln

Abb. 4 (rechts). $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ (Serie III). Obere Kurve: Samenansatz der ganzen Kapsel. Untere Kurven: % große Samen im oberen ———, mittleren - - - - - und unteren Drittel - - - - -. Jeder Kurvenpunkt ist der Durchschnittswert 5 zeitlich zusammengehörender Kapseln

allen Kurven ausprägt. Dieser Anstieg fehlt bei Serie I und Serie II. Solche starken Abweicher kommen bei den folgenden Kreuzungen (vgl. Abschn. 2 und 3) aber nicht mehr vor. Deutlich ersichtlich ist, daß die Samenanlagen im unteren Fruchtknotendrittel denen im mittleren oder gar oberen Drittel im Altern vorausseilen. Dieser Vorgang läuft bei Serie II und III schneller ab. Den Grund hierfür findet man bei einer Betrachtung der Temperaturwerte, die für die $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ -Kreuzungen in Tabelle 4 zusammengestellt sind.

Die Temperaturen liegen demnach während der II. und III. Serie höher; ähnlich verhält es sich auch mit der Luftfeuchtigkeit. Man kann folgern, daß das auf den

Tabelle 4

Datum	Beginn der Serie	Temperatur in °C				Temperatur-Extreme in °C		Relative Feuchtigkeit % Tagesmittel
		7 h	14 h	21 h	Tages- mittel	Max.	Min.	
23.7.58	I	13,9	18,6	13,2	14,7	18,6	11,3	70
24.7.58		12,4	18,9	14,4	15,0	19,9	10,5	62
25.7.58		13,0	18,1	10,1	12,8	19,5	10,0	67
26.7.58	II	14,8	23,0	14,7	16,8	24,4	14,1	67
27.7.58	III	18,1	22,5	16,4	18,4	23,5	11,9	77
28.7.58		19,3	24,2	18,0	19,9	25,8	15,3	77
29.7.58		22,1	23,2	21,3	22,0	26,9	16,6	72
30.7.58		13,8	22,9	17,8	18,1	24,7	9,9	75
31.7.58		17,5	25,3	19,6	20,5	26,6	12,4	64

Alterungsprozeß der Samenanlagen beschleunigend eingewirkt hat, in unserem Falle, wie schon verschiedentlich erwähnt, um etwa 15 Stunden.

2. $B \cdot I \times I \cdot I$

Auch die Befunde der anderen Kreuzungen aus dem Jahre 1959 wurden zur besseren Sicherung auf verschiedene Weise graphisch dargestellt, so wie dies für die $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ -Reihen geschehen ist. Der Übersichtlichkeit halber sollen aber nur die Kurven für die Durchschnittswerte, gleich wie bei den Abb. 3 und 4, abgebildet werden, welche die tatsächlichen Verhältnisse gut widerspiegeln.

Bei Serie I beobachtet man zunächst ein Ansteigen des Prozentsatzes großer Samen in allen Kapseldritteln, wobei das obere Drittel den maximalen Samenansatz bei den Bestäubungen nach 48 Stunden erreicht. Die Maxima des mittleren und unteren Drittels liegen bei 39 Stunden. Schon von diesem Zeitpunkt an nimmt die Zahl der großen Samen im unteren Fruchtknotendrittel stark ab, da die Samenanlagen hier schon altern. Im mittleren Drittel tritt dies erst bei 63 Stunden ein. Der Samenansatz im oberen Drittel der Kapseln nimmt zwar schon von den Bestäubungen nach 47 Stunden an ab, doch ist diese Abnahme bis zu denjenigen nach 72 Stunden nicht sehr stark. Erst dann können wir ein ähnlich steiles Absinken der Samenansatzkurve beobachten, wie das bei den beiden anderen Dritteln schon nach 39 bzw. 63 Stunden der Fall war. Der 72-Stunden-Wert für das obere Drittel müßte an sich noch etwas höher liegen. Von den 5 Kapseln hatte nämlich eine mit 45,9% gr. Sa. im oberen Drittel einen viel niedrigeren Samenansatz als die 4 anderen mit durchschnittlich 61,1% gr. Sa.

Serie II und III (Abb. 5) stimmen weitgehend überein. Sie unterscheiden sich – und das gilt ganz besonders für Serie III – von I im Fehlen des starken Anstiegs in den einzelnen Dritteln. Bei Serie II ist dieser Anstieg schon bei den Kapseln, die aus den Bestäubungen nach 15 Stunden hervorgegangen sind, beendet. Serie III zeigt ihn nur sehr schwach im mittleren, gut im oberen Drittel. Ob sich in diesem Ansteigen der

Samenansatzkurve für das mittlere und untere Drittel ein Reifen der Samenanlagen ausprägt, ist fraglich, denn sonst müßte man diese Zunahme des Anteils an großen Samen von 0 Stunden an in allen 3 Serien beobachten können. Das kann man aber nur in bezug auf das obere Drittel. Man muß auch hier die Möglichkeit in Erwägung ziehen, daß auf den noch unreifen Narben zu wenig Pollenkörner auskeimten und nicht genügend Pollenschläuche im mittleren und unteren Drittel des Fruchtknotens zur Verfügung standen. Immer erreicht das untere Kapseldrittel seine Samenansatzmaxima früher als das obere, was einem früheren Reifen der Samenanlagen im unteren Drittel gleichkommt. Alle drei Serien zeigen sehr deutlich, daß zuerst der Samenansatz im unteren Drittel infolge des Alterns der Samenanlagen abnimmt und daß dies später im mittleren und ganz zuletzt im oberen Kapseldrittel geschieht. Bei Serie II und III macht sich das Altern der Samenanlagen in jedem Fruchtknotendrittel etwas früher bemerkbar als bei Serie I.

Die Kapseln aus den Kreuzungen $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ enthalten im oberen Drittel schon bei den Bestäubungen nach 0 Stunden zwischen 60–70% gr. Sa. (s. Abb. 3 und 4), während bei den $B \cdot I \times I \cdot I$ -Kreuzungen hier im Durchschnitt unter 50% (Serie I und II) bzw. 53,6% gr. Sa. (Serie III) gezählt wurden (Abb. 5). Erst nach 15 Stunden – noch etwas später in Serie III – erreicht der Anteil an großen Samen im oberen Drittel 60%, um dann im weiteren Verlauf noch anzusteigen. Die Gamonkonzentration um die Samenanlagen im oberen Drittel reichte zunächst nicht aus, um die I-Pollenschläuche optimal anzuziehen. Ganz entsprechend sinkt auch die Samenansatzkurve des oberen Drittels rascher ab, was die Kapseln aus den Bestäubungen nach 96 Stunden gut zeigen. Waren es bei den $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ -Kreuzungen hier im Durchschnitt noch 45,3% (Serie I), 24,2% (Serie II) und 29,1% gr. Sa. (Serie III), so finden wir bei den entsprechenden $B \cdot I \times I \cdot I$ -Kapseln im oberen Drittel im Durchschnitt nur 4,1% (Serie I), 0,3% (Serie II) und 1,7% gr. Sa. (Serie III).

SCHWEMMLE, der nach 47 bis 53 Stunden bestäubte, findet im oberen Drittel 69,9% gr. Sa. bei den $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ - und 62,1% bei den $B \cdot I \times I \cdot I$ -Kreuzungen. Das ist allerdings noch kein großer Unterschied. Das frühere Absinken der Samenansatzkurve bei den $B \cdot I \times I \cdot I$ -Kreuzungen zeigt, daß die von den Samenanlagen abgegebenen Stoffe die hsc-Schläuche auf diesem Stadium noch anzuziehen vermögen, gegenüber den I-Schläuchen aber schon fast ohne Wirkung sind.

Die Maxima für den Samenansatz der ganzen Kapsel liegen bei den $B \cdot I \times I \cdot I$ -Kreuzungen höher als bei den entsprechenden $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ -Kreuzungen. Dies liegt daran, daß es bei ersteren im mittleren und besonders im unteren Drittel mehr große Samen sind, im oberen Drittel aber bei beiden etwa gleich viel (um 70%) gezählt wurden. In Tabelle 5 werden die Maxima der Durchschnittswerte für das mittlere und untere Drittel vergleichend gegenübergestellt:

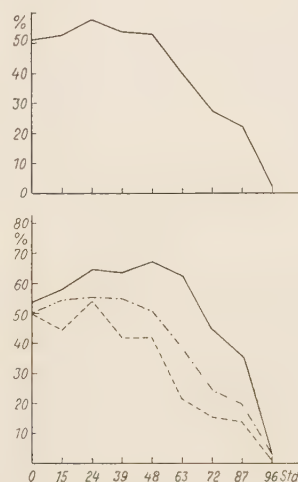


Abb. 5. $B \cdot I \times I \cdot I$ (Serie III) Durchschnittswerte. Obere Kurve: Der Samenansatz der ganzen Kapsel. Untere Kurven: % große Samen im oberen, mittleren und unteren Drittel

Tabelle 5

Kreuzung Serie	B · I × hsc · hsc			B · I × I · I		
	I	II	III	I	II	III
mittleres Drittel	51,5	54,9	53,2%	58,4	56,6	55,1%
unteres Drittel	47,1	45,0	39,5%	57,9	49,3	54,2%

Diese Tatsache kann ohne histologische Untersuchungen nicht eindeutig geklärt werden. Es wäre denkbar, daß die I-Pollenschläuche in größerer Zahl den Griffel zu durchwachsen vermögen. Ob sich die hsc-Schläuche dabei rein räumlich behindern oder ob eine stoffliche Hemmung durch das Griffelgewebe der *Oe. Berteriana* erfolgt, kann nicht beantwortet werden. Eine ungünstige stoffliche Beeinflussung der hsc-Schläuche untereinander kann man ausschließen, da isolierte Pollenkörner nach GLENK (1960) viel schlechter keimen als solche in dichten Haufen.

Die B · I × I · I-Kreuzungen zeigten, wie dargelegt, ein Reifen der Samenanlagen mit Sicherheit nur für das obere Drittel; bezüglich des Alterns der Samenanlagen ergaben sich keine abweichenden Befunde.

3. B · I × ha · ha

Es fällt auf, daß die maximalen Samenansätze für die ganzen Kapseln hier im Durchschnitt zwischen 30 und 35% liegen (Abb. 6). Die B · I × ha · ha-Kreuzungen setzten also bedeutend schlechter an als die vorher besprochenen. Dies ist darauf zurück-

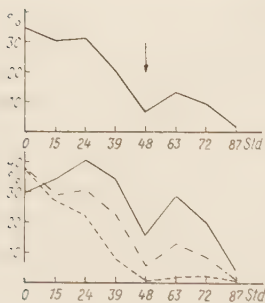


Abb. 6. B · I × ha · ha (Serie II) Durchschnittswerte. Obere Kurve: Der Samenansatz der ganzen Kapsel. Untere Kurven: % Samen im oberen ———, mittleren - - - - - und unteren Drittel - - - - - Der tiefe Einschnitt (Pfeil!) bei 48 Stunden wird durch ungünstige Witterung verursacht, es regnete kurz nach der Bestäubung

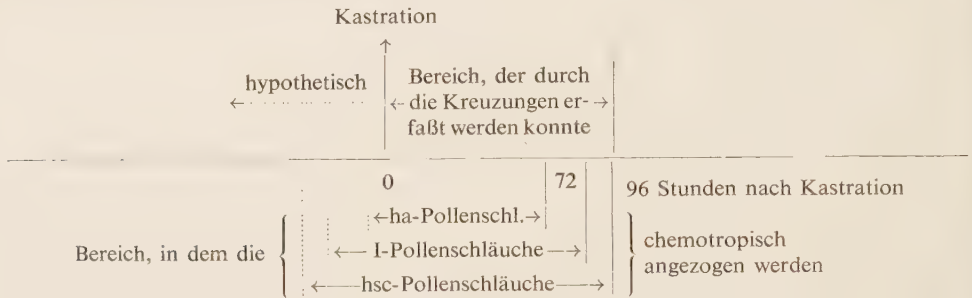
zuführen, daß die Affinität der B- und I-Samenanlagen zu den ha-Pollenschläuchen geringer ist als zu den hsc- bzw. I-Pollenschläuchen. Wenn nun der Samenansatz um so viel geringer war, kann man annehmen, daß genügend Pollenschläuche im Fruchtknoten zur Verfügung standen. Bei diesen Kreuzungen ist bei einigen Kapseln aus den Bestäubungen nach 0 Stunden folgende Verteilung der großen Samen auf die einzelnen Kapseldrittel zu beobachten: der Samenansatz des unteren Drittels liegt über dem des mittleren oder gar oberen. Als Beispiel ist jeweils die 1. Kapsel aus Serie I und II angeführt. Serie I und II werden im folgenden näher besprochen, während auf Serie III bewußt verzichtet wurde, da sie nichts wesentlich Neues zeigt.

Die Gamonkonzentration reichte bei den Samenanlagen des oberen Drittels, die sich noch nicht in voller Reife befanden, nicht aus, um die ha-Schläuche optimal anzuziehen. Bei den Samenanlagen des unteren Drittels war das schon der Fall, sie reifen

Serie	I	II
oberes Drittel	15,8	13,8%
mittleres Drittel	24,1	30,3%
unteres Drittel	27,0	43,8%

demnach früher. Bereits bei den Bestäubungen nach 15 Stunden liegt der Samenansatz des oberen Drittels über dem des mittleren und unteren. Er erreicht den Höchstwert in Serie I bei 15 Stunden, in Serie II bei den Bestäubungen nach 24 Stunden. Dies geschieht zu einer Zeit, da die Samenanlagen im mittleren und besonders im unteren Drittel schon altern; die Zahl der großen Samen nimmt dort ab. In Serie II sinkt der Samenansatz im mittleren und unteren Drittel schon von den Bestäubungen nach 0 Stunden an. Das bedeutet, daß sich die Samenanlagen dort schon zum Zeitpunkt der Kastration in voller Reife befanden. In Serie I ist zwar bis zu 15 Stunden ein leichtes Ansteigen der Samenansatzkurven für das mittlere und untere Drittel festzustellen, doch ist diese Zunahme nicht erheblich; schon von den Bestäubungen nach 15 Stunden an sinkt der Samenansatz im mittleren und unteren Drittel auch hier ab. Die Samenanlagen im oberen Drittel altern für die ha-Pollenschläuche erheblich früher als für die I- oder gar hsc-Schläuche. Das zeigt ein Vergleich der Abb. 3 und 4 mit der Abb. 6. Bei den $B \cdot I \times ha \cdot ha$ -Kreuzungen ist der Anteil großer Samen im unteren Drittel der Kapseln aus den Bestäubungen nach 48 Stunden gering. Die Samenansatzkurve für das mittlere Drittel sinkt später und langsamer ab. Wiederum ist das charakteristische Vorseilen im Altern bei den Samenanlagen im unteren Fruchtknotendrittel gut zu erkennen. Die Kreuzungen, bei denen nach 87 und 96 Stunden bestäubt worden war, setzten, abgesehen von einer Kapsel in Serie II, überhaupt nicht mehr an. Vergleicht man mit den $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ - und $B \cdot I \times I \cdot I$ -Kreuzungen, bei welchen selbst nach 96 Stunden noch große Samen gezählt werden konnten, so sieht man, daß die Konzentration der chemotropisch wirksamen Stoffe bei Blüten, die vor 87 Stunden kastriert worden waren, schon nicht mehr ausreichte, um die ha-Schläuche anzuziehen. Infolge der geringen Affinität zu den ha-Pollenschläuchen ist der Bereich der wirksamen Gamonkonzentration für die ha-Schläuche erheblich stärker eingengt als für die hsc- und I-Pollenschläuche. Deshalb ist auch das Reifen der Samenanlagen im oberen Drittel erkennbar. Bei den $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ -Kreuzungen gleich nach der Kastration reichte schon die geringe Konzentration um die Samenanlagen im oberen Drittel aus, um auf die hsc-Schläuche voll wirksam zu sein; bei den $B \cdot I \times ha \cdot ha$ -Kreuzungen war dies zunächst nicht der Fall. Der Bereich, in dem die Gamonkonzentration für die ha-Schläuche wirksam ist, wird im Vergleich mit den beiden anderen Pollenschlauchsorten später erreicht und früher wieder verlassen. Es handelt sich dabei immer um den Reifungs- und Alterungsprozeß

der gleichen B- und I-Samenanlagen, deren chemotropisch wirksame Stoffe auf die verschiedenen Pollenschlauchsorten jedoch verschieden starke Anziehung ausüben. Die folgende graphische Darstellung soll die Verhältnisse noch einmal übersichtlich vor Augen führen.



IV. Die Verteilung der sterilen Samenanlagen

Aus den Kreuzungen ergab sich, daß die sterilen Samenanlagen nicht gleichmäßig über den Fruchtknoten der *Oe. Berteriana* verteilt sein können. Nach den Untersuchungen von SCHÜTZ (1938) sind bei 30 bis 40% aller Samenanlagen schon die Tetraden verfallen. Sie besitzen folglich keinen Embryosack; in sie wächst auch kein Pollenschlauch ein. Zusammen mit den unbefruchtet gebliebenen Samenanlagen bilden sie das feine Pulver der Kapseln. Wären die sterilen Samenanlagen nun gleichmäßig über den Fruchtknoten verteilt, so könnten in den einzelnen Dritteln höchstens 70% gr. Sa. auftreten. Nun liegen aber die Samenansätze im oberen Drittel hoch über 70%, bei den B · I × hsc · hsc-Kreuzungen knapp unter 80%, in einem Falle sogar bei 84,8%. Das gleiche zeigen auch die B · I × I · I-Kreuzungen. Demnach muß der Anteil an sterilen Samenanlagen im oberen Drittel am niedrigsten sein. WEIDNER (1939) stellte für die *Oe. longiflora* allerdings fest, daß die sterilen Samenanlagen gleichmäßig verteilt sind. Doch heißt dies nicht, daß es bei der *Oe. Berteriana* auch so sein müßte. Aus den B · I × hsc · hsc-Kreuzungen hätte man folgern können, daß im unteren Fruchtknotendrittel bedeutend mehr sterile Samenanlagen vorhanden sind als im mittleren Drittel. Ersteres enthält bei allen drei Serien im Durchschnitt höchstens 43,9%, letzteres 53,2% gr. Sa. Bei den B · I × I · I-Kreuzungen ist der merkliche Unterschied zwischen mittlerem (i. D. 56,7% gr. Sa.) und unterem Drittel (i. D. 53,8% gr. Sa.) schon kleiner geworden. Dies zeigt, daß im feinen Pulver des unteren Drittels der B · I × hsc · hsc-Kapseln eine ganze Reihe, etwa 10%, unbefruchtet gebliebener Samenanlagen enthalten waren. Der maximale Samenansatz im unteren Drittel liegt im Durchschnitt 10% höher, wenn man anstelle von hsc-Pollen I-Pollen verwendet. Der Anteil der sterilen Samenanlagen ist folglich im mittleren und unteren Drittel beinahe gleich.

Diese Tatsache hat auch für das kurvenmäßige Erfassen des Reifens und Alterns der Samenanlagen in den verschiedenen Dritteln Folgen. Wären die sterilen Samenanlagen gleichmäßig über den Fruchtknoten verteilt, müßten sich die Kurven der

einzelnen Kapseldrittel in den Optimalbereichen sehr häufig überschneiden. Immer ist jedoch das obere Drittel deutlich abgesetzt. Bei den $B \cdot I \times I \cdot I$ -Kreuzungen liegen in einigen Fällen die Werte für das untere Drittel über denen des mittleren, nur selten kommen solche Überschneidungen bei den $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ -Kreuzungen vor. Dort ist auch das untere Drittel in seinem Samenansatz deutlich vom mittleren Drittel abgesetzt, doch ist dies nicht im Fehlen befruchtungsfähiger Samenanlagen begründet.

V. Die Aufzuchten

Im Fruchtknoten der *Oe. Berteriana* ($B \cdot I$) bilden sich in gleicher Häufigkeit B- und I-Samenanlagen. Um ein verschiedenes Verhalten beider im Reifen und Altern feststellen zu können, wurde mit dem Pollen von Homozygoten ($hsc \cdot hsc$, $I \cdot I$ und $ha \cdot ha$) bestäubt.

Es war unmöglich, die Samen aller Kreuzungen aufzuziehen, um die jungen Pflanzen zu identifizieren, beispielsweise die $B \cdot hsc$ und $I \cdot hsc$ aus den $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ -Kreuzungen. So ergab sich das Problem einer sinnvollen Auswahl. Aus je zwei Serien der 3 Kreuzungsgruppen $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$, $B \cdot I \times I \cdot I$ und $B \cdot I \times ha \cdot ha$ wurde für jeden Bestäubungszeitpunkt (0, 15, 39 ... Stunden) die Kapsel ausgewählt, deren Samenansatz dem entsprechenden Durchschnittswert aller 5 Kapseln (vgl. Abb. 3–6) am nächsten kam. So erhält man für jede Kreuzungsgruppe zwei Aufzuchtsfolgen; doch wird nur eine stellvertretend abgebildet und erläutert.

Die Samen wurden in Petrischalen auf Filtrierpapier zum Keimen ausgelegt und die Keimlinge in Töpfe ausgespiert. Im Durchschnitt keimten 97% der Samen; die Ausfälle waren gering und lagen fast immer unter 1%. Es waren insgesamt 12 130 Pflanzen zu identifizieren.

Die Kreuzungen $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ und $B \cdot I \times I \cdot I$ (Abb. 7) verhalten sich annähernd gleich; deutlich erkennbar ist ein Überwiegen der $I \cdot hsc$ bzw. $I \cdot I$ gegenüber den $B \cdot hsc$ bzw. $B \cdot I$ bei den Kapseln aus späten Bestäubungen. Daraus geht eindeutig hervor, daß die B-Samenanlagen rascher altern als die I-Samenanlagen. SCHWEMMLE kam auf Grund von Spätbestäubungen zum gleichen Ergebnis. Weiterhin ist aus der Abbildung zu entnehmen, daß die I- und erst recht die B-Samenanlagen im unteren Drittel früher altern als im mittleren Drittel; das gleiche gilt für dieses im Vergleich zum oberen Drittel.

Über das Reifen der B- und I-Samenanlagen können dagegen auf Grund der vorliegenden Untersuchungen keine eindeutigen Aussagen gemacht werden, hauptsächlich deshalb, weil bei Frühbestäubungen der Samenansatz in den unteren Dritteln am geringsten, in den oberen am größten ist. Wenn man nämlich annimmt, daß unten im Fruchtknoten die Samenanlagen früher reif sind als in den mittleren und oberen Dritteln, dann müßte es ja gerade umgekehrt sein. Darauf wurde schon an anderer Stelle hingewiesen. So bleibt nichts anderes übrig, als die einzelnen Drittel für sich zu betrachten. Bei den $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ -Kreuzungen sind es im oberen Drittel anfänglich mehr $B \cdot hsc$ als $I \cdot hsc$. Nur die Kreuzung unmittelbar nach der Kastration (0 Stunden) fällt heraus; aber mit solchen Ausnahmen muß man immer rechnen. Daraus können wir den Schluß ziehen, daß die B-Samenanlagen eher reifen als die I-Samenanlagen.

Aber sie altern auch früher. Deshalb nehmen die Anteile der B · hsc bereits von der Kreuzung 48 Std. nach der Kastration an ab, während diejenigen der I · hsc bis zu der Kreuzung 87 Std. nach der Kastration noch zunehmen. Auch die Kurven für das mittlere und das untere Drittel können so gedeutet werden, denn im mittleren Drittel sind es in 3 von 5 Frühbestäubungen mehr B · hsc als I · hsc.

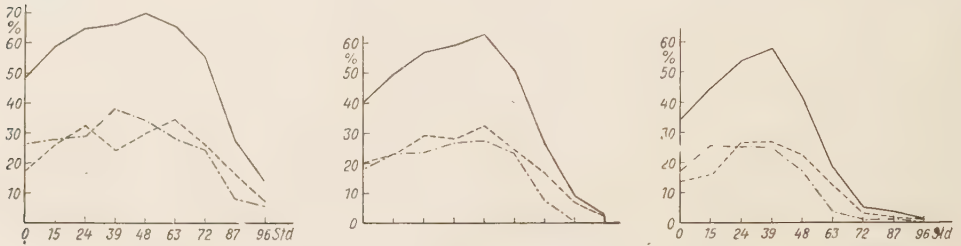


Abb. 7. B · I × I · I. Obere Kurven: oberes Kapseldrittel. Mittlere Kurven: mittleres Drittel. Untere Kurven: unteres Drittel. % große Samen ———, davon % B · I - - - - - und I · I - - - - -

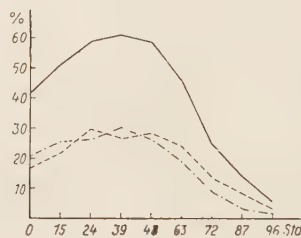


Abb. 8a. B · I × I · I, ganze Kapsel. % große Samen ———, davon B · I - - - - - und I · I - - - - -

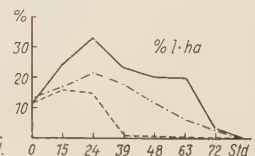
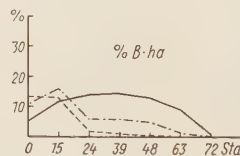
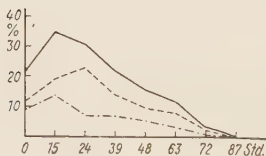


Abb. 8b (links). B · I × ha · ha, ganze Kapsel. % große Samen ———, davon % B · ha - - - - - und % I · ha - - - - -

Abb. 8c (rechts). B · I × ha · ha. Der Prozentanteil der B · ha und I · ha im oberen ———, mittleren - - - - - und unteren Drittel - - - - -

Auch die B · I × I · I-Kreuzungen zeigen (Abb. 7) für die B-Samenanlagen ein früheres Reifen und Altern gegenüber den I-Samenanlagen. Deshalb sind es im oberen Drittel in 4 von 5 Frühbestäubungen mehr B · I als I · I. Hernach ist es umgekehrt, weil die B-Samenanlagen eher altern, wohingegen die I-Samenanlagen erst in der Kreuzung 63 Std. nach der Kastration die I-Samenanlagen am besten chemotropisch angezogen haben. Das gleiche zeigen auch die Kurven für das untere Drittel,

nicht aber diejenigen für das mittlere Drittel, denn hier haben wir bis auf eine Kreuzung mehr $l \cdot l$ als $B \cdot l$. Wenn wir daran denken, wie verschieden die Samenansätze bei gleichzeitig hergestellten Kreuzungen trotz aller Sorgfalt sind, so können wir nicht erwarten, daß jeweils nur eine Aufzucht einen völlig klaren Befund ergibt.

Für die Kurven der Abb.8a wurden die Anteile an großen Samen, an $B \cdot l$ und $l \cdot l$ bei den verschiedenen Dritteln zusammengekommen. Der Samenansatz der ganzen Kapseln ist bei den Kreuzungen 24 bis 48 Std. nach der Kastration am besten. In den Aufzuchten sind es dann auch etwa gleich viel $B \cdot l$ und $l \cdot l$. Wurde früher bestäubt, so überwiegen die $B \cdot l$, weil die B-Samenanlagen eher reifen als die l-Samenanlagen. Diese altern dafür langsamer. Deshalb sind es bei den Kreuzungen mit Spätbestäubung mehr $l \cdot l$ als $B \cdot l$. Das gleiche hatte SCHWEMMLE gefunden (SCHWEMMLE 1957), als er die Anteile an großen Samen in den ganzen Kapseln und diejenigen der verglichenen Formen in den Aufzuchten der Kreuzungen mit Früh- und Spätbestäubung ermittelte.

Die $B \cdot l \times ha \cdot ha$ -Kreuzungen unterscheiden sich von den beiden anderen dadurch, daß bei den Kreuzungen unmittelbar nach der Kastration der Samenansatz vom unteren zum oberen Drittel abnimmt (s. S. 21 und Abb. 6). Das bedeutet aber nichts anderes, als daß die B- und l-Samenanlagen im unteren Drittel des Fruchtknotens die ha-Schläuche besser chemotropisch angezogen haben als im mittleren oder gar oberen Drittel, weil sie schneller reiften als in den beiden anderen.

In früheren Untersuchungen SCHWEMMLES waren für die Bestimmung der Affinitäten zwischen Samenanlagen und Pollenschläuchen ganze Kapseln aus Kreuzungen ausgezählt worden. Deren Samen wurden dann ausgelegt und in den Aufzuchten die Anteile der möglichen Formen ermittelt. Wenn wir bei den jetzigen $B \cdot l \times ha \cdot ha$ -Kreuzungen entsprechend verfahren, so zeigt Abb. 8b, daß der Samenansatz bei der Kreuzung unmittelbar nach der Kastration mit 21,3% verhältnismäßig hoch ist. Bereits in der nächsten Kreuzung 15 Std. später ist der Samenansatz mit 34,5% am besten. Dann aber sinkt er immer mehr ab, je später bestäubt wurde. Aus den Kurven für die Anteile der $B \cdot ha$ und $l \cdot ha$ entnehmen wir, daß es immer mehr $l \cdot ha$ waren als $B \cdot ha$. Demzufolge wäre die Affinität l -ha in jedem Fall größer als die Affinität B -ha. Aber die Unterschiede sind recht verschieden und hängen davon ab, wann bestäubt wurde. Bei den beiden ersten Kreuzungen nimmt der Unterschied zwischen $B \cdot ha$ und $l \cdot ha$ von 3% auf 5,8% nur geringfügig zu. Aber bei der nächsten beträgt er 15,8%, weil offensichtlich die B-Samenanlagen bereits altern, während jetzt erst die l-Samenanlagen ihr optimales chemotropisches Anziehungsvermögen erreicht haben. Von da an altern auch sie, und die Unterschiede zwischen $B \cdot ha$ und $l \cdot ha$ werden zunehmend kleiner.

Einen genaueren Einblick in das verwickelte Befruchtungsgeschehen erhalten wir aber erst aus der Drittelung der Kreuzungskapseln. Wir haben bei den Kreuzungen, bei denen gleich nach der Kastration bestäubt wurde, im unteren Drittel mit 27,0% mehr große Samen als im mittleren Drittel (24,1%). Am geringsten ist der Anteil mit 15,8% im oberen Drittel, weil dort die Samenanlagen weniger reif waren als in den beiden anderen. Bei den Kreuzungen 15 Std. nach der Kastration haben die großen Samen im unteren Drittel (31,1%) nur geringfügig zugenommen, stärker im mittleren Drittel (32,9%), besonders stark aber im oberen Drittel (38,6%). Aber dessen Samen-

anlagen erreichen ihr optimales Anziehungsvermögen erst in den Kreuzungen 24 Std. nach der Kastration. Der Anteil an großen Samen ist hier mit 47,2% besonders hoch. Demgegenüber sinkt dieser im mittleren Drittel auf 28,8% geringfügig ab. Die Samenanlagen beginnen zu altern. Noch stärker ist das im unteren Drittel der Fall, wo wir nur noch 17,2% große Samen haben. Bei den Kreuzungen 39 Std. nach der Kastration beginnen auch im oberen Drittel die Samenanlagen zu altern. Mit 37,9% große Samen sind es weniger als zuvor. Im mittleren Drittel sind es immerhin noch 24,5% große Samen, im unteren aber nur noch 1,9%, weil eben die Samenanlagen des unteren Drittels gleich wie im Reifen, so auch im Altern vorseilen. Für das mittlere Drittel gilt gegenüber dem oberen Drittel das gleiche. Die Kurven zeigen das ohne weiteres.

Reifen und altern die B-Samenanlagen wirklich anders als die I-Samenanlagen? Bei dem unteren Drittel sind bei der 1. Kreuzung die B · ha mit 13,1% etwas häufiger als die I · ha mit 11,7%. Aber der Unterschied ist zu gering, als daß wir mit Sicherheit daraus schließen könnten, daß die B-Samenanlagen schneller reifen als die I-Samenanlagen. Dafür spricht allerdings die 2. Kreuzung, bei der die I · ha auf 15,8% zunehmen, die B · ha aber mit 12,8% etwa so häufig sind wie zuvor. Daß die B-Samenanlagen im Altern voraus sind, ist sicher, denn in der Kreuzung 24 Std. nach der Kastration sind es im unteren Drittel nur noch 1,9% B · ha, aber 14,4% I · ha.

Die Kurven für das mittlere Drittel zeigen, daß die B-Samenanlagen ihr optimales Anziehungsvermögen erst bei den Kreuzungen 15 Std. nach der Kastration erreicht haben, die I-Samenanlagen aber erst in den Kreuzungen 24 Std. nach der Kastration. Das kann doch wieder so gewertet werden, daß die B-Samenanlagen im Reifen den I-Samenanlagen vorseilen, wie das beim Altern unzweifelhaft der Fall ist. Es fällt nun auf, daß in den beiden ersten Kreuzungen im mittleren Drittel die I · ha häufiger sind als die B · ha. Zwar ist der Unterschied nicht groß, aber vielleicht doch nicht zufällig, denn im oberen Drittel ist das, nur viel ausgesprochener, auch der Fall. Besonders fällt aber auf, daß der Anteil an B · ha erst in der Kreuzung 39 Std. nach der Kastration am größten ist (14,1%), während die I · ha mit 23,3% weniger häufig sind als zuvor (33,0%). Das widerspricht aber der Annahme, daß die B-Samenanlagen eher reifen und altern als die I-Samenanlagen. Woran kann das liegen?

In der Abb. 8c sind die Kurven für die Anteile der B · ha in den verschiedenen Dritteln der Kapseln aus den 7 Kreuzungen gezeichnet. Diese zeigen noch einmal ganz deutlich, daß die B-Samenanlagen im unteren Drittel eher reifen als im mittleren oder gar oberen Drittel. Deshalb fangen sie auch früher zu altern an. Weiterhin sehen wir, daß der maximale Prozentsatz an B · ha bezogen auf den gesamten Kapselinhalt in allen Dritteln etwa gleich hoch ist (um 15%). Ganz anders ist das bei den I · ha (Abb. 8c). Vom unteren zum oberen Drittel hin steigt der maximale Prozentanteil an I · ha. Im unteren Drittel konnten höchstens 15,8%, im mittleren Drittel 21,7% und im oberen Drittel 33,0% I · ha (bezogen auf den Gesamteinhalt der Kapseln) gezählt werden. Nun haben die anderen Kreuzungen ergeben, daß die sterilen Samenanlagen oben im Fruchtknoten viel weniger häufig sind. Wahrscheinlich nehmen sie nach unten im Fruchtknoten zu. Dafür spricht die Tatsache, daß die höchstmöglichen Prozentsätze an großen Samen nach unten zu abnehmen. Entsprechend müssen dann auch die Anteile der verschiedenen Formen in den Aufzuchten vom oberen zum unteren Drittel hin abnehmen. Das gilt für die B · hsc, I · hsc und für die B · I, I · I. Im oberen

Drittel ist ihr Prozentanteil immer am größten, im unteren am geringsten. Wie ist nun der etwa gleich große Maximalanteil an $B \cdot ha$ in allen Dritteln zu erklären? Wenn die Prozentsätze der $B \cdot ha$ bezogen auf den jeweiligen Gesamteinhalt der Kapsel im oberen Drittel mit viel mehr fertilen B-Samenanlagen so groß sind wie im unteren Drittel, so bedeutet das, daß im oberen Drittel viel weniger von den B-Samenanlagen durch ha -Schläuche befruchtet wurden als im unteren Drittel. Nehmen wir an, daß im oberen Drittel 20% der Samenanlagen steril sind – der Samenansatz im oberen Drittel bei den $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ -Kreuzungen läßt das vermuten –, so wären von den 80% fertilen Samenanlagen 40% B- und 40% I-Samenanlagen. Diese werden zwar nicht alle von den ha -Schläuchen befruchtet, denn es wurden höchstens 33,0% $I \cdot ha$ gefunden, aber doch sehr viel mehr als bei den B-Samenanlagen (14,1% $B \cdot ha$), die in der Konkurrenz mit den I-Samenanlagen um die ha -Schläuche schlechter abschneiden. Daher mag es auch kommen, daß wir den höchsten Anteil an $B \cdot ha$ im oberen Drittel erst in den Kreuzungen 39 Stunden nach der Kastration haben, wo infolge Alterns die I-Samenanlagen nicht mehr so gut mit den B-Samenanlagen konkurrieren können. Wenn im mittleren und unteren Drittel die Zahl der fertilen I-Samenanlagen abnimmt, so werden von diesen offensichtlich prozentual immer weniger befruchtet. Warum das so ist, kann nicht gesagt werden.

Als Maß für die Affinität beispielsweise von B- hsc und I- hsc bei den $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ -Kreuzungen nahm SCHWEMMLE die prozentualen Anteile an $B \cdot hsc$ und $I \cdot hsc$ bezogen auf den ganzen Kapselinhalt. Natürlich wäre es besser gewesen, die Affinität auf die fertilen B- bzw. I-Samenanlagen = 100% zu beziehen. Da aber die Anteile an sterilen Samenanlagen von Fruchtknoten zu Fruchtknoten stark schwanken, war das nicht möglich. Sofern die ganzen Kapseln ausgezählt und alle Samen ausgelegt wurden, wirkte sich diese große Schwankungsbreite der sterilen Samenanlagen und ihre verschiedene Verteilung im Fruchtknoten nicht weiter aus. Anders wird dies, wenn man die Kapseln drittelt, allerdings nur bei den $B \cdot I \times ha \cdot ha$ -Kreuzungen.

VI. Diskussion

Der Ablauf des Alterungsprozesses der Samenanlagen in den verschiedenen Abschnitten des Fruchtknotens der *Oe. Berteriana* ist aus allen Kreuzungen gleichermaßen klar ersichtlich. Immer altern die Samenanlagen im unteren Fruchtknotendrittel zuerst, im oberen zuletzt; dies prägt sich in einer Abnahme der Zahl der großen Samen zunächst im unteren Drittel aus. Auch bei den Aufzuchten kann man nur in bezug auf das Altern ein klares Vorseilen der B-Samenanlagen ablesen.

Ganz anders verhält es sich mit dem Reifen der Samenanlagen. Die $B \cdot I \times hsc \cdot hsc$ -Kreuzungen zeigen, für sich allein betrachtet, im oberen Drittel des Fruchtknotens schon von Anfang an hohe Samenansätze. Die Samenanlagen in diesem Abschnitt vermochten schon bei der Bestäubung unmittelbar nach der Kastration die hsc -Pollenschläuche in vollem Umfang anzuziehen. Im unteren Drittel steigt jedoch der Samenansatz im weiteren Verlauf an. Demnach würden die Samenanlagen hier später als im oberen Drittel reifen. Dazu stehen aber die Ergebnisse der $B \cdot I \times ha \cdot ha$ -Kreuzungen im Widerspruch. Bei ihnen setzt das untere Drittel gleich zu Beginn opti-

mal an, während der Samenansatz im oberen Drittel noch steigt. Das gleiche ist auch bei den Frühbestäubungen aus den Kreuzungen SCHWEMMLES $B \cdot I \times \text{Typ A (v)}$ der Fall. Bei den beiden zuletzt genannten Kreuzungsgruppen ist der Bereich, in dem die Pollenschläuche von den B- und I-Samenanlagen angezogen werden, viel enger begrenzt, so daß das Reifen der Samenanlagen im oberen Drittel gerade noch in den durch die Kreuzungen erfaßten Zeitraum fällt. Zudem werden bei ihnen insgesamt viel weniger Samenanlagen befruchtet als bei den $B \cdot I \times \text{hsc} \cdot \text{hsc}$ -Kreuzungen. Man kann folglich annehmen, daß auch für die Samenanlagen im unteren Fruchtknotendrittel eine genügende Zahl von Pollenschläuchen zur Verfügung stand, während das bei den $B \cdot I \times \text{hsc} \cdot \text{hsc}$ -Kreuzungen wahrscheinlich erst bei der Anthese der Fall war. Dann keimte auf der nunmehr reifen Narbe eine größere Zahl von Pollenkörnern aus. Trotz des von Anfang an unverändert hohen Bedarfs im oberen Drittel gelangen somit mehr Pollenschläuche in den unteren Fruchtknotenabschnitt; der Samenansatz steigt hier an. Es müßte aber noch nachgeprüft werden, ob anatomische Untersuchungen diese Deutung bestätigen. Die $B \cdot I \times I \cdot I$ -Kreuzungen stehen in ihrem Verhalten zwischen den $B \cdot I \times \text{hsc} \cdot \text{hsc}$ - und den $B \cdot I \times \text{ha} \cdot \text{ha}$ -Kreuzungen. Unserer Meinung nach konnte ein früheres Reifen der Samenanlagen im unteren Fruchtknotendrittel zumindest wahrscheinlich gemacht werden.

VII. Zusammenfassung

1. Die Samenanlagen im unteren Drittel des Fruchtknotens der *Oe. Berteriana* ($B \cdot I$) laufen im Altern denen im mittleren oder gar oberen Drittel voraus. Daß das auch in bezug auf das Reifen der Fall ist, zeigten nur die $B \cdot I \times \text{ha} \cdot \text{ha}$ -Kreuzungen. Höhere Außentemperaturen wirken auf diesen Vorgang beschleunigend ein.
2. Die B-Samenanlagen altern rascher als die I-Samenanlagen.
3. Der maximale Samenansatz in den verschiedenen Kapseldritteln schwankt je nach der verwendeten Pollensorte beträchtlich. Die $B \cdot I \times \text{ha} \cdot \text{ha}$ -Kreuzungen setzten in allen Dritteln verhältnismäßig schlecht an. Die $B \cdot I \times I \cdot I$ -Kreuzungen zeigten im mittleren und besonders im unteren Drittel besseren Samenansatz als die entsprechenden Kapseln aus den $B \cdot I \times \text{hsc} \cdot \text{hsc}$ -Kreuzungen.
4. Die sterilen Samenanlagen sind bei der *Oe. Berteriana* nicht gleichmäßig über den ganzen Fruchtknoten verteilt. Im oberen Fruchtknotendrittel ist ihr Anteil am niedrigsten.
5. Die von den B- und I-Samenanlagen abgegebenen chemotropisch wirksamen Stoffe sprechen die verschiedenen Pollenschlauchsorten verschieden gut an. Ihre Wirksamkeit beschränkt sich gegenüber den ha-Pollenschläuchen nur auf einen engen Zeitraum. Dieser ist bei den hsc- und auch bei den I-Pollenschläuchen größer. Bei letzteren werden auch schon kleinere Konzentrationen wirksam.

Schriftenverzeichnis

- ARNOLD, C.-G., 1958, Selektive Befruchtung. Ergebnisse der Biologie 20: 67–96.
 GLENK, H.-O., 1960, Keimversuche mit *Oenothera*-Pollen in vitro. Flora 148: 378–433.

- RICHTER, CH.-M., 1956, Untersuchungen zur Physiologie der Befruchtung bei Oenotheren. Zschr. Bot. 44: 377–407.
- SCHNEIDER, G., 1956, Wachstum und Chemotropismus von Pollenschläuchen. Zschr. Bot. 44: 175 bis 205.
- SCHÜTZ, G., 1938, Genetische und zytologische Untersuchungen an Eu-Oenotheren. Selektive Befruchtung bei der Komplexheterozygote *Oenothera Berteriana*. Zschr. Bot. 33: 481–525.
- SCHWEMMLE, J., und Mitarbeiter, 1938, Genetische und zytologische Untersuchungen an Eu-Oenotheren. Zschr. Vererbungslehre 75: 358–800.
- SCHWEMMLE, J., 1949, Gibt es eine selektive Befruchtung? Biol. Zbl. 68: 195–231.
- , 1951, Gibt es eine selektive Befruchtung? II. Biol. Zbl. 70: 193–252.
- , 1952, Gibt es eine selektive Befruchtung? III. Biol. Zbl. 71: 152–183.
- , 1952, Selektive Befruchtung als Erklärung unerwarteter Kreuzungsergebnisse. Biol. Zbl. 71: 353 bis 384.
- , 1952, Einfluß des Plasmas auf die Affinität zwischen Samenanlagen und Pollenschläuchen. Biol. Zbl. 71: 487–499.
- , 1953, Selektive Befruchtung bei der *Oenothera Berteriana*. Biol. Zbl. 72: 405–424.
- , und R. SIMON, 1956, Der Samenansatz bei Oenotherenkreuzungen. Planta 46: 552–568.
- , 1957, Der Samenansatz bei Kreuzungen mit der *Oenothera Berteriana* ♀ nach Früh- und Spätbestäubung. Planta 49: 135–167.
- , 1957, Das unterschiedliche Reifen und Altern der Samenanlagen in den verschiedenen Abschnitten des Fruchtknotens der *Oenothera Berteriana*. Planta 49: 168–207.
- WEIDNER-RAUH, E., 1939, Untersuchungen über die partielle Sterilität der Oenotheren (das Pulver bei Eu-Oenotheren). Zschr. Vererbungslehre 76: 422–486.

Anschrift des Verfassers: Dr. N. LANDSPERSKY, 843 Neumarkt/Opf., Löwenthalstr. 4.

